

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-240268

(43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.Cl.

H01T 19/00

C01B 13/11

H01T 23/00

(21)Application number : 06-028567

(71)Applicant : TSUJINO HIROSHI

(22)Date of filing : 25.02.1994

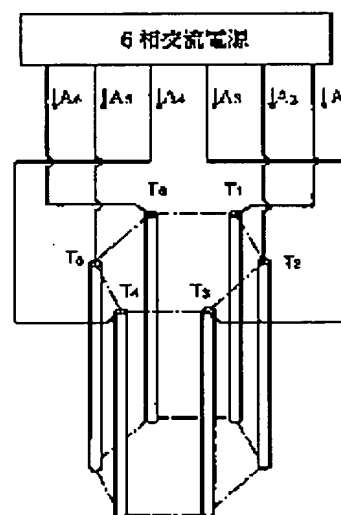
(72)Inventor : TSUJINO HIROSHI

(54) SOLID CORONA DISCHARGE DEVICE BY POLYPHASE AC MULTIPLE ELECTRODE AND OZONIZER USING THIS DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To generate ozone effectively by generating an even and stable cubic corona discharge in the area surrounded by many electrodes an using the cubic corona.

CONSTITUTION: Discharge electrodes T1 to Tn positioning their tips near the tops of an equilateral n angle are provided, and by applying the n phase AC output from an n phase power source to the electrodes T1 to Tn at the order of the phases, in order clockwise or counterclockwise, a cubic corona discharge is generated to the area surrounded by the electrodes T1 to Tn. And by letting flow a necessary cooling medium to the flow passages of the electrodes T1 to Tn, the electrodes T1 to Tn, and the inside of the discharge chamber are cooled. Consequently, since an even and stable corona discharge is generated at a high density in the area surrounded by the numerous electrodes, a dielectric relatively thicker than the conventional device can be used. As a result, a high density corona discharge can be generated cubically between numerous electrodes. Furthermore, since the cooling efficiency of the discharge chamber by a cooling medium is very high, the ozone producing rate can be improved effectively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.02.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-240268

(43) 公開日 平成7年(1995)9月12日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 T 19/00		8835-5G		
C 0 1 B 13/11	G			
H 0 1 T 23/00		8835-5G		

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-28567

(22) 出願日 平成6年(1994)2月25日

(71) 出願人 392012308

辻野 弘

兵庫県神戸市須磨区東白川台3-15-7

(72) 発明者 辻野 弘

兵庫県神戸市須磨区東白川台3-15-7

(74) 代理人 弁理士 戸川 公二

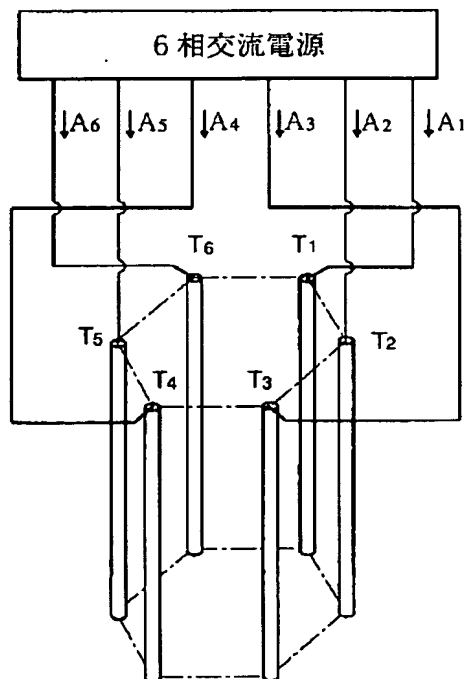
(54) 【発明の名称】 多相交流多電極による立体コロナ放電装置、及びこれを用いたオゾンナイザー

(57) 【要約】

【目的】 多数設けた電極が囲む領域内に均一で安定した立体状コロナ放電を生起するコロナ放電装置と、この立体状コロナ放電を利用することによって、能率良くオゾンを生起することができるオゾンナイザーを提供すること。

【構成】 所要長の導電体部とこの導電体部の外側表面を密着包囲する誘電体部とから成り導電体部内側に冷却気体が流通する気体流通路を有する複数の放電電極を、正多角形の各頂点付近に位置せしめ、多相交流をその相順にこの放電電極へ右または左回り順に印加することにより多電極が囲む領域に立体状コロナ放電を生起せしめるという手段を採用した。

【効果】 構造の複雑化を伴うことなく多電極間に立体状コロナ放電を生起できるので、放電電子を酸素分子に効率良く衝突させることができ、高能率なオゾン生成が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 n 相交流を出力する n 相交流電源と、所要長の導電体部 E、および当該導電体部 E の表面を密着包囲する誘電体部 D とから成る電極構成体であって、先端が正 n 角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_n$ とを含み、

前記 n 相交流電源から出力される n 相交流をその相順に、前記放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ右または左回り順に印加することによって放電電極 $T_1 \sim T_n$ で囲まれる領域に立体状コロナ放電を生起せしめることを特徴とする多相交流多電極による立体コロナ放電装置。

【請求項 2】 先端が正 n 角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_n$ を、それぞれ平行配置せしめたことを特徴とする請求項 1 記載の多相交流多電極による立体コロナ放電装置。

【請求項 3】 6 相交流を出力する 6 相交流電源と、所要長の導電体部 E、および当該導電体部 E の表面を密着包囲する誘電体部 D とから成る電極構成体であって、先端が正六角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_6$ とを含み、

前記 6 相交流電源から出力される 6 相交流をその相順に、前記放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ右または左回り順に印加することによって放電電極 $T_1 \sim T_6$ で囲まれる領域に立体状コロナ放電を生起せしめることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の多相交流多電極による立体コロナ放電装置。

【請求項 4】 n 相交流を出力する n 相交流電源と、所要長の導電体部 E、および当該導電体部 E の外側表面を密着包囲する誘電体部 D とから成り、導電体部 E の内側に流路 P を有する電極構成体であって、先端が正 n 角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_n$ と、当該放電電極 $T_1 \sim T_n$ を内蔵し、酸素あるいは含酸素気体が流通する放電室 1 とを含み、

前記 n 相交流電源から出力される n 相交流をその相順に、前記放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ右または左回り順に印加することによって放電電極 $T_1 \sim T_n$ で囲まれる領域に立体状コロナ放電を生起せしめると共に、前記放電電極 $T_1 \sim T_n$ の流路 P へ所要の冷却媒体を流通させることによって各放電電極 $T_1 \sim T_n$ 及び放電室 1 内を冷却するように構成したことを特徴とする多相交流多電極オゾンナイザー。

【請求項 5】 先端が正 n 角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_n$ を、それぞれ平行配置せしめたことを特徴とする請求項 4 記載の多相交流多電極オゾンナイザー。

【請求項 6】 6 相交流を出力する 6 相交流電源と、所要長の導電体部 E、および当該導電体部 E の外側表面を密着包囲する誘電体部 D とから成り、導電体部 E の内側に流路 P を有する電極構成体であって、先端が正六角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_6$ と、

当該放電電極 $T_1 \sim T_6$ を内蔵し、酸素あるいは含酸素気体が流通する放電室 1 とを含み、

前記 6 相交流電源から出力される 6 相交流をその相順に、前記放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ右または左回り順に印加することによって放電電極 $T_1 \sim T_6$ で囲まれる領域に立体状コロナ放電を生起せしめると共に、前記放電電極 $T_1 \sim T_6$ の流路 P へ所要の冷却媒体を流通させることによって各放電電極 $T_1 \sim T_6$ 及び放電室 1 内を冷却するように構成したことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載の多相交流多電極オゾンナイザー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、多相交流を用いて多電極間に立体状コロナ放電を生起する多相交流多電極コロナ放電装置と、このコロナ放電装置の立体状コロナ放電部へ酸素あるいは含酸素気体を流通させることにより高効率にオゾンを生成する多相交流多電極オゾンナイザーに関するものである。

【0002】

【従来の技術】コロナ放電を利用してオゾンを大量に発生させるには、コロナ放電による放電電子を酸素分子に効率良く衝突させる必要がある。このため、従来では、含酸素気体原料の酸素濃度を高めることは勿論のこと、電極表面上でコロナ放電が絶えず移動するように装置に種々の工夫が加えられている。例えば、平面電極を平行配置したオゾン発生装置においては、平面電極の平行配置を精密に行なうと共に電極表面を均一に仕上げたり、放電電極を回転式にしたりして、コロナ放電の局部集中を防止している。またその他にも放電電極の形状を円筒形状にしたりする試みも為されている。

【0003】しかしながら、従来のオゾン発生装置は何れも、その放電電源として単相交流あるいは直流を用いており、電極間に生じる放電自体は、線状のコロナ放電であった。したがって、コロナ放電を絶えず移動させることにより放電の局部集中を完全に防いだとしても、線状放電であるためにオゾンの発生効率向上には自ずと限界があると言わざるを得ない。

【0004】本件出願人は、既に 6 相交流電源と所要位置に配した 6 本の電極とをその接続順序を工夫して放電させた場合、電極間距離に応じた電圧が各電極へ印加され、6 電極間で複数のアーク放電が途絶えることなく、放電方向を揃えつつ高速回転しながら発生することを見出し、6 相交流 6 電極アーク放電装置として出願している（特願平 4-228984 号）。

【0005】本件出願人は、上記のアーク放電装置が極めて高効率であることに加え、更にその放電が、従来装置のような線状放電ではなく、平面的に為されることを見出した。そしてこの高密度放電を、コロナ放電を用いたオゾンナイザーに利用すべく試行錯誤的実験を積み重ね

て研究を行った結果、遂にコロナ放電を立体状に生起することのできる効率の良い多相交流多電極コロナ放電装置と、これを利用したオゾンナイザーを完成したのである。

【0006】

【解決すべき技術的課題】本発明は、多数設けた電極が囲む領域内に均一で安定した立体状コロナ放電を生起する多相交流多電極コロナ放電装置、並びにこの立体状放電を利用することによって効率良くオゾンを生成することができるオゾンナイザーを提供することを技術的課題とするものである。

【0007】

【課題解決のために採用した手段】本件出願人が上記課題を解決するために採用した手段は次の通りである。即ち、 n 相交流を出力する n 相交流電源と、所要長の導電体部および当該導電体部の表面を密着包囲する誘電体部とから成る電極構成体であって、先端が正 n 角形の各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_n$ とを含み、前記 n 相交流電源から出力される n 相交流をその相順に、前記放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ右または左回り順に印加することによって放電電極 $T_1 \sim T_n$ で囲まれる領域に立体状コロナ放電を生起せしめるという技術的手段を採用し、多相交流多電極による立体コロナ放電装置を構成した。

【0008】また、 n 相交流を出力する n 相交流電源と、所要長の導電体部および当該導電体部の外側表面を密着包囲する誘電体部とから成り、導電体部の内側に流通路を有する電極構成体であって、先端が正 n 角形各頂点付近に位置する放電電極 $T_1 \sim T_n$ と、当該放電電極 $T_1 \sim T_n$ を内蔵し、酸素あるいは含酸素気体が流通する放電室とを含み、前記 n 相交流電源から出力される n 相交流をその相順に、前記放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ右または左回り順に印加することによって放電電極 $T_1 \sim T_n$ で囲まれる領域に立体状コロナ放電を生起せしめると共に、前記放電電極 $T_1 \sim T_n$ の流通路へ所要の冷却媒体を流通させることによって各放電電極 $T_1 \sim T_n$ 及び放電室1内を冷却するという技術的手段を採用した。

【0009】

【実施例】以下、実施例に基づいて本発明を説明する。なお、図1は6相交流6電極による立体コロナ放電装置の構成を説明する概略斜視図、図2は同装置の放電電極の構成を説明する概略断面図、図3は同装置の各電極間に印加される交流の電圧ベクトル図、図4は同装置の各電極間に印加される交流の合成ベクトル図、図5は同装置の放電電極が囲む領域に発生するコロナ放電を説明する放電経路図、図6は n 相交流 n 電極による立体コロナ放電装置の任意の電極間距離を示す説明図、図7及び図8は12相交流12電極による立体コロナ放電装置が生起するコロナ放電の放電経路説明図、図9は6相交流6電極オゾンナイザーの構成を説明する概略断面図である。

【0010】『6相交流6電極による立体コロナ放電装

置』まず、6相交流6電極による立体コロナ放電装置について、図1～図5を参照しつつ説明する。

【0011】図1中、符号 $T_1 \sim T_6$ で指示するものは、コロナ放電を生起する放電電極であり、この放電電極 $T_1 \sim T_6$ は、図2の断面図に示すように、筒形状を成す誘電体部Dとこの誘電体部Dの内面に密着した導電体部Eとから構成されている。本実施例では、誘電体部Dとして外径6mm（内径4mm）のガラス管を用い、このガラス管に導電体部Eとしてテープ状ステンレスを筒状に丸めて挿入することによって放電電極 $T_1 \sim T_6$ を構成し、このステンレス導電体部Eの内側には後述する流通路Pが形成してある。

【0012】この流通路Pは、立体コロナ放電装置をオゾン生成に利用するために形成したものであり、この放電装置を他の目的で利用する場合には必ずしも放電電極 $T_1 \sim T_6$ に流通路Pを形成する必要はない。また、この放電電極 $T_1 \sim T_6$ は、ガラス管内面に所要の導電体をメッキ処理して構成しても良く、さらにまた、放電電極 $T_1 \sim T_6$ の誘電体部Dの厚みを考慮しないのであれば、この放電電極 $T_1 \sim T_6$ は、例えばステンレス丸棒あるいはステンレスパイプの外側表面に所要の誘電体物質を被覆して構成しても良い。

【0013】この放電電極 $T_1 \sim T_6$ が、図示しない電極ホルダによって、その先端が仮想正六角形の各頂点付近に位置する如く各々平行配置されている。そしてこの放電電極 $T_1 \sim T_6$ と6相交流電源とを所定の接続順序で接続する。即ち、6相交流電源（例えば6相ダイアトリカル結線した電源）から出力される6つの単相交流 $A_1 \sim A_6$ （相順は $A_6 \rightarrow A_5 \rightarrow A_4 \rightarrow A_3 \rightarrow A_2 \rightarrow A_1 \rightarrow A_6$ ）をその相順に、放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ左回り順（または右回り順でも良い）に印加するのである。この接続法を採り放電を開始すれば、放電電極 $T_1 \sim T_6$ が囲む領域において高密度コロナ放電が立体的に生起されるのである。以下に、放電電極 $T_1 \sim T_6$ 間での高密度放電の様子を説明する。

【0014】6相交流電源から出力される6つの単相交流はそれぞれ $\pi/3$ の位相差があるので、6相交流電源により各放電電極 $T_1 \sim T_6$ に印加される電圧は、電極 T_1 ； $\sin \theta$ とすると、電極 T_2 ； $\sin (\theta + 2\pi/6)$ 、電極 T_3 ； $\sin (\theta + 4\pi/6)$ 、電極 T_4 ； $\sin (\theta + 6\pi/6)$ 、電極 T_5 ； $\sin (\theta + 8\pi/6)$ 、電極 T_6 ； $\sin (\theta + 10\pi/6)$ 、で表すことができる。従って、電極 $T_1 - T_2$ 間電圧； $\sin \theta - \sin (\theta + 2\pi/6) = -\cos (\theta + \pi/6)$ 、同様に、電極 $T_1 - T_3$ 間電圧； $-\sqrt{3} \cos (\theta + 2\pi/6)$ 、電極 $T_1 - T_4$ 間電圧； $-2 \cos (\theta + 3\pi/6)$ 、電極 $T_1 - T_5$ 間電圧； $-\sqrt{3} \cos (\theta + 4\pi/6)$ 、電極 $T_1 - T_6$ 間電圧； $-\cos (\theta + 5\pi/6)$ となる。

【0015】ここで、注目すべき点は、各電極間に印加される電圧の最大値が、その電極間の距離に対応すると

いうことである。つまり、放電電極 $T_1 \sim T_6$ はその先端を正六角形の各頂点位置に置いて平行配置されているので、電極 T_1-T_2 間距離を L とすると、電極 T_1-T_3 間距離 $;\sqrt{3}L$ 、電極 T_1-T_4 間距離 $;\sqrt{3}L$ 、電極 T_1-T_5 間距離 $;\sqrt{3}L$ 、電極 T_1-T_6 間電圧 $;\sqrt{3}L$ となる。例えば、距離が $\sqrt{3}L$ である電極 T_1-T_3 間には、 $-\sqrt{3}\cos(\theta+2\pi/6)$ の交流が印加され、距離が $2L$ である電極 T_1-T_4 間には、 $-2\cos(\theta+3\pi/6)$ の交流が印加されることになる。

【0016】この各電極間の距離と各電極間の電圧との関係から分かるように、本発明装置においては、電極間単位距離当たりの印加最大電圧がどの電極間においても等しくなり、距離の短い隣接電極間での放電だけでなく、他の電極との間にも放電が為されるのである。

【0017】次に、放電電極 T_1 から他の電極 $T_2 \sim T_6$ への放電の経時変化を説明する。図3は、ある瞬間における放電電極 T_1 の他電極 $T_2 \sim T_6$ に対する印加電圧のベクトル図である。電極 T_1 の他電極 $T_2 \sim T_6$ に対する各放電は、刻々と変化していくわけであるが、これら放電変化は統一的に行なわれる。即ち、図4に示すように電極 T_1 の他電極 $T_2 \sim T_6$ に対する放電ベクトルを全て合成して得た合成ベクトル F が楕円形状の軌跡を描いて回転するように各放電が連続的に変化していくのである。

【0018】そして、図4に表すように、放電電極 T_1 についての合成ベクトル F が、電極 T_4 と電極 T_5 との間中点を指向する瞬間には、放電は分割されつつ曲げられながら、電極 T_1 から、主として電極 T_4 と電極 T_5 に到達する。つまり、本実施例装置においては、電極 T_1 と他電極 $T_2 \sim T_6$ を結ぶ直線上の放電だけでなく他の空間へも放電が及ぶのである。

【0019】このような合成ベクトル F は、放電電極 T_1 だけでなく他の電極 $T_2 \sim T_6$ にも同様に存在する。これら複数の回転合成ベクトルが連係し、全体として放電電極 $T_1 \sim T_6$ 間に、均一で安定した高密度放電が生起するのである。この放電電極 $T_1 \sim T_6$ 間の放電の様子を図5に示す。

【0020】図5には、位相が 30° 進む毎の各瞬間における放電経路を表している。図中の太矢印は、その電極間に電圧最大値が印加され矢印方向に放電が為される

$$L_i = D \sin((i-1)\pi/n) \text{ となり、} \dots\dots\dots (1)$$

一方、電極 T_1 へ対地電圧 $\sin\theta$ の交流を印加するとすれば、電極 T_1 へは、対地電圧 $\sin(\theta+2(i-1)\pi/n)$

$$\begin{aligned} \text{電極 } T_1-T_i \text{ 間電圧;} & \sin\theta - \sin(\theta+2(i-1)\pi/n) \\ & = -2\sin((i-1)\pi/n)\cos(\theta+(i-1)\pi/n) \text{ となる。} \dots (2) \end{aligned}$$

【0025】ここで (1) 式の $L_i = D \sin((i-1)\pi/n)$ と (2) 式の $-2\sin((i-1)\pi/n)$ とは比例関係にあるので、この n 相交流 n 電極放電においても、電極間の単位距離当たりの印加最大電圧が、どの電極間でも等しくなることが分かる。つまりこの n 相交流 n 電極放電におい

ことを示しており、細矢印はその電極間に最大値ではないが電圧印加されて矢印方向に放電が為されることを示している。なお、図5においては、放電の様子を簡明にするため、放電経路を直線で示し紙面上に平面的に表現しているの、放電経路は網目状になっているが、実際の放電は、上述したように、分割されたり曲げられたりしており、紙面垂直方向に伸びる棒状の放電電極 $T_1 \sim T_6$ 間において立体的に為される。

【0021】この図5から明らかなように、本実施例コロナ放電装置における放電電極 $T_1 \sim T_6$ で囲まれる領域には、どの瞬間においても必ず、同時に複数の放電が発生し、しかもこれら複数の放電が向きを揃え且つ連続的に回転することになる。従って、ただ一つの単相交流を用いていた従来装置のように、交流交替する度に電子や各種イオンの加速方向が瞬間的に 180° 変化するのではなく、加速方向が連続的に変化し各粒子が連続的に加速されることになる。即ち、ある電極間で一旦生じた放電は殆ど途絶えることなく維持されるのである。

【0022】このように、6相交流6電極放電によれば、電子やイオンなど各種粒子のエネルギーを効率良く高めることができ、頗る高密度なコロナ放電を得ることができるのである。放電状態が従来よりも高密度なので、放電電極 $T_1 \sim T_6$ の誘電体部 D を厚めに形成することも可能となり、放電電極 $T_1 \sim T_6$ を平行配置しても放電電極 $T_1 \sim T_6$ が囲む領域内に立体的なコロナ放電が安定に生起されるのである。なお、この立体状コロナ放電は、交流1周期につき1回転するので、周波数50又は60Hzの電源を用いた場合には、向きの揃った複数の放電が形成する放電状態は毎秒50又は60回の高速回転を行なう。

【0023】以上、6相交流6電極放電による立体コロナ放電装置を説明してきたが、この高密度な立体状コロナ放電は、 n 相交流 n 電極放電によっても生起可能である。図6を参照しながら説明する。

【0024】 n 相交流電源から出力される n 相交流をその相順に、直径 D の円に内接する正 n 角形の各頂点位置に配置した放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ、左回り順(右回り順でも良い)に接続した場合、電極 T_1 と、電極 T_1 から数えて i 番目の電極 T_i との距離 L_i は、

を印加することになり、従って、

ても、距離の短い隣接電極間だけでなく他の電極との間にも放電が生じ、高密度コロナ放電が生起されるのである。

【0026】この n 相交流 n 電極放電においては、相数・電極数は3以上であれば、何れも高密度なコロナ放電

を生起することができるが、この相数・電極数を多くする程得られるコロナ放電はより高密度になる。以下に、12相交流12電極による放電の様子を説明する。

【0027】先端部が正12角形各頂点付近に位置する如く12本の放電電極 $T_1 \sim T_{12}$ を各々平行配置せしめ、12相交流電源（例えば、本件出願人による特願平5-250806号に記載の電源装置）から出力される12相交流をその相順に、放電電極 $T_1 \sim T_{12}$ へ左回り順（右回り順でも良い）に印加するように接続すれば放電電極 $T_1 \sim T_{12}$ に各々印加される電圧は、電極 T_1 ； $\sin \theta$ とすると、

電極 T_2 ； $\sin(\theta + 2\pi/12)$ 、電極 T_3 ； $\sin(\theta + 4\pi/12)$ 、電極 T_4 ； $\sin(\theta + 6\pi/12)$ 、電極 T_5 ； $\sin(\theta + 8\pi/12)$ 、電極 T_6 ； $\sin(\theta + 10\pi/12)$ 、電極 T_7 ； $\sin(\theta + 12\pi/12)$ 、電極 T_8 ； $\sin(\theta + 14\pi/12)$ 、電極 T_9 ； $\sin(\theta + 16\pi/12)$ 、電極 T_{10} ； $\sin(\theta + 18\pi/12)$ 、電極 T_{11} ； $\sin(\theta + 20\pi/12)$ 、電極 T_{12} ； $\sin(\theta + 22\pi/12)$ 、で表すことができる。

【0028】従って、電極 $T_1 - T_2$ 間電圧； $\sin \theta - \sin(\theta + 2\pi/12)$

$= -(\sqrt{3}-1)/\sqrt{2} \cos(\theta + \pi/12)$ となり、同様に、電極 $T_1 - T_3$ 間電圧； $-\cos(\theta + 2\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_4$ 間電圧； $-\sqrt{2} \cos(\theta + 3\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_5$ 間電圧； $-\sqrt{3} \cos(\theta + 4\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_6$ 間電圧； $-(\sqrt{3}+1)/\sqrt{2} \cos(\theta + 5\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_7$ 間電圧； $-2 \cos(\theta + 6\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_8$ 間電圧； $-(\sqrt{3}+1)/\sqrt{2} \cos(\theta + 7\pi/12)$

電極 $T_1 - T_9$ 間電圧； $-\sqrt{3} \cos(\theta + 8\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_{10}$ 間電圧； $-\sqrt{2} \cos(\theta + 9\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_{11}$ 間電圧； $-\cos(\theta + 10\pi/12)$ 、電極 $T_1 - T_{12}$ 間電圧； $-(\sqrt{3}-1)/\sqrt{2} \cos(\theta + 11\pi/12)$ となる。

【0029】そして一方、放電電極 T_1 と他電極 $T_2 \sim T_{12}$ との間の各電極間距離は、放電電極 $T_1 \sim T_{12}$ が正12角形の各頂点位置に配置されているので、電極 $T_1 - T_3$ 間距離を、 L とおくと、電極 $T_1 - T_2$ 間距離； $(\sqrt{3}-1)/\sqrt{2} L$ 、電極 $T_1 - T_4$ 間距離； $\sqrt{2} L$ 、電極 $T_1 - T_5$ 間距離； $\sqrt{3} L$ 、電極 $T_1 - T_6$ 間距離； $(\sqrt{3}+1)/\sqrt{2} L$ 、電極 $T_1 - T_7$ 間距離； $2 L$ 、電極 $T_1 - T_8$ 間距離； $(\sqrt{3}+1)/\sqrt{2} L$ 、電極 $T_1 - T_9$ 間距離； $\sqrt{3} L$ 、電極 $T_1 - T_{10}$ 間距離； $\sqrt{2} L$ 、電極 $T_1 - T_{11}$ 間距離； L 、電極 $T_1 - T_{12}$ 間距離； $(\sqrt{3}-1)/\sqrt{2} L$ となる。

【0030】このように、12相交流12電極放電においても、各電極間の印加電圧と各電極間距離とが見事に対応するのである。つまり、電極間の単位距離当たりの印加最大電圧が全ての電極間において等しくなり、距離の短い隣接電極間での放電だけでなく他の電極との間にも放電が為されることになる。

【0031】図7は、この12相交流12電極放電について

の、位相が 15° 進む毎の各瞬間における放電経路を表している。図中の矢印は、その電極間に電圧最大値が印加され矢印方向に放電が為されることを示している。図7からも明らかなように12相交流12電極放電の場合も、どの瞬間においても必ず同時に複数の放電が発生し、しかもこれら複数の放電が向きを揃え、高速回転することになる。

【0032】なお図7は、電圧最大値が印加される放電のみを図示しているが、実際には、図8に示すように、他の電極間にも多数の放電が生起される。図8に示す放電経路は図7の位相 0° の瞬間のものである。各電極間に電圧最大値が印加され太矢印で表す放電が生起するとき、細線で示すように他の電極間にも、最大値ではないが電圧が印加されて放電が為されるのである。つまり図8の瞬間には、等電位な電極 $T_1 - T_7$ 間、電極 $T_2 - T_6$ 間、電極 $T_3 - T_5$ 間、電極 $T_8 - T_{12}$ 間および電極 $T_9 - T_{11}$ 間を除く、計61本もの放電が、電極 $T_1 \sim T_{12}$ が囲む領域内で、図面に向かって概ね下向きに、頗る高密度に生起するのである。

【0033】『6相交流6電極オゾンナイザー』次に、6相交流6電極による立体コロナ放電装置を用いた高性能オゾンナイザーについて、図9を参照しながら説明する。

【0034】本実施例オゾンナイザーにおいては、各放電電極 $T_1 \sim T_6$ は、フェノール樹脂（商品名；ベークライト）製の第一フランジ41および第二フランジ42によって、両端部が正六角形各頂点付近に位置する如く平行に保持されており、この放電電極 $T_1 \sim T_6$ を取り囲むようにアクリルパイプ5を周設して放電室1が形成されている。そして、第二フランジ42に設けた電極端子43・43…を介して、6相交流 $A_1 \sim A_6$ がその相順に、放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ右回り順（または左回り順）に印加され、放電室1内の放電電極 $T_1 \sim T_6$ 間に高密度コロナ放電が立体的に生起される。

【0035】この放電室1内に生起される立体状の高密度コロナ放電部に、酸素あるいは含酸素気体（以下、原料気体と呼ぶ。）を通すことによって、酸素分子に効率良く放電電子を衝突させることができ、従来装置よりも能率良くオゾンを生成できるのである。さらに、本実施例装置は、放電電極 $T_1 \sim T_6$ 内に冷却気体を流通させることによってオゾン生成の更なる向上を図っている。つまり、放電電極 $T_1 \sim T_6$ の内部に設けた流通路P

（図2参照）へ冷却気体を流すことによって、放電電極 $T_1 \sim T_6$ 自体の冷却は勿論のこと、放電電極 $T_1 \sim T_6$ を介して放電室1の雰囲気をも冷却するようにしているのである。

【0036】低温下ではオゾン生成率が上昇するのは周知の現象であるが、本装置にあっては、複数の放電電極 $T_1 \sim T_6$ が放電室1内において均等に配置されており、さらにこれら放電電極 $T_1 \sim T_6$ の内部を冷却気体が流通するので、冷却気体による放電室1の冷却効率は

頗る高いものがある。また本実施例装置においては、冷却気体が、原料気体室2及びオゾン室3内に複数配置したセラミックパイプC・C…をも流通するように構成しているので、原料気体室2およびオゾン室3内の雰囲気

の冷却も同時に行うことができる。なお、本実施例では、流通路Pへ冷却媒体として空気を通して

【0037】『試験1』6相交流6電極による立体コロナ放電装置を利用したオゾナイザーについて、行なった試験結果を以下に示す。

【0038】放電電極T₁～T₆を、外径6mm(内径4mm)のガラス管と該ガラス管に丸めて挿入したテーパー状ステンレスとで構成し、隣接電極中心間隔;10mm、消費電力;100Wにて、6相交流6電極による立体状コロナ放電を生起せしめ、放電室へ原料気体として空気(酸素約20%)を、0.01m³/minで送給したところ、39mg/min(オゾン濃度3.9g/m³)のオゾン発生がみられた。このときのオゾン発生効率は、0.39mg/Wmin(23.4g/KWH)に達するものであり、この値は、90%酸素の気体を原料気体として用いた従来装置の発生効率25g/KWHに匹敵するものであった。この試験結果から6相交流6電極オゾナイザーが酸素90%の気体を原料気体として用いてオゾン生成を行なった場合、その発生効率が従来装置の効率を凌駕することは明らかである。

【0039】『試験2』12相交流12電極による立体コロナ放電装置を利用したオゾナイザーについて、行なった試験結果を以下に示す。

【0040】放電電極T₁～T₁₂を、外径4mm(内径2mm)のガラス管と該ガラス管に丸めて挿入したテーパー状ステンレスとで構成し、隣接電極中心間隔;5.2mm、消費電力;240Wにて、12相交流12電極による立体状コロナ放電を生起せしめ、放電室へ原料気体として空気(酸素約20%)を、0.02m³/minで送給したところ、96mg/min(オゾン濃度4.8g/m³)のオゾン発生がみられた。このときのオゾン発生効率は、0.4mg/Wmin(24g/KWH)に達するものであった。即ち、上記の6相交流6電極オゾナイザーと比して、その電力効率は殆ど違

いはないが、装置の容積効率は約2倍となる。

【0041】【本発明の効果】以上、実施例をもって説明したとおり、本発明に係る多相交流多電極による立体コロナ放電装置にあっては、多電極で囲まれる領域内において、均一かつ安定したコロナ放電が高密度に生起されるので、従来装置よりも比較的厚めの誘電体も用いることができ、その結果、高密度コロナ放電を多電極間において立

体的に生起せしめることが可能となり、さらに放電電極を平行配置しても立体状コロナ放電が安定に維持されるので、放電電極を長さ方向に延長するだけで、立体状コロナ放電部の拡大を簡単に行うことも可能となる。

【0042】また、本発明に係る多相交流多電極オゾナイザーにあっては、多電極で囲まれる領域内に生起される立体状高密度コロナ放電を利用しているので、酸素分子に効率良く放電電子を衝突させることができ、高能率なオゾン生成が可能となる。さらに、放電室内に遍在する複数の放電電極の内部に所要の冷却媒体を流通せしめることにより、放電電極及び放電室を冷却するように構成しているので、冷却媒体による放電室の冷却効率は頗る高く、オゾン生成率向上が効果的になる。

【0043】また本発明オゾナイザーは、要すれば、放電電極を平行配置することによって放電電極を長さ方向に延長したり短縮したりするという頗る簡単な変更だけで、立体状コロナ放電部分の拡大、縮小を行うことができるので、各種の用途に応じて最適なオゾン発生量を設定することのできるオゾナイザーを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る6相交流6電極による立体コロナ放電装置の構成を説明する概略斜視図である。

【図2】同装置の放電電極の構成を説明する概略断面図である。

【図3】同装置の各電極間に印加される交流の電圧ベクトル図である。

【図4】同装置の各電極間に印加される交流の合成ベクトル図である。

【図5】同装置の放電電極が囲む領域に発生するコロナ放電を説明する放電経路図である。

【図6】本発明に係るn相交流n電極による立体コロナ放電装置の任意の電極間距離を示す説明図である。

【図7】本発明に係る12相交流12電極による立体コロナ放電装置が生起するコロナ放電の放電経路説明図である。

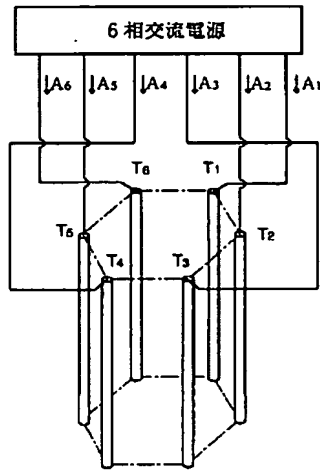
【図8】本発明に係る12相交流12電極による立体コロナ放電装置が生起するコロナ放電の放電経路説明図である。

【図9】本発明の6相交流6電極オゾナイザーの構成を説明する概略断面図である。

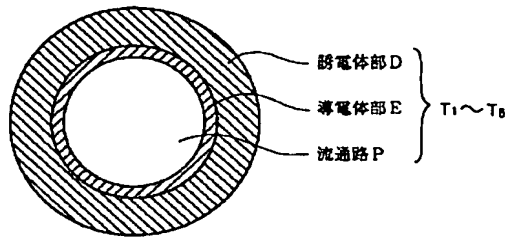
【符号の説明】

T₁～T₆ 放電電極
E 導電体部
D 誘電体部
P 流通路
1 放電室

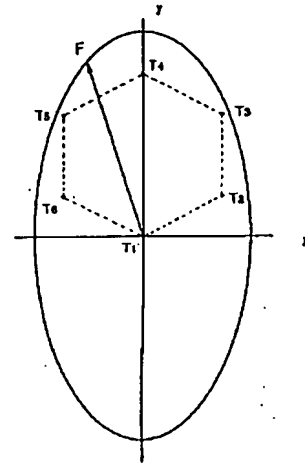
【図1】



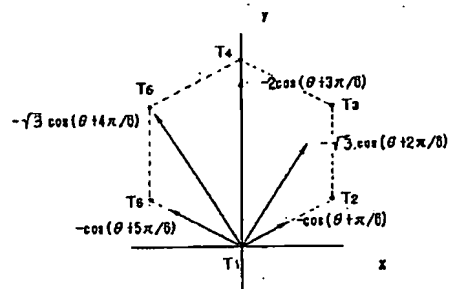
【図2】



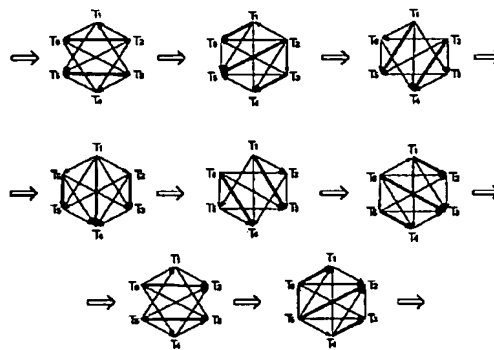
【図4】



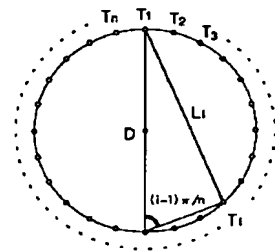
【図3】



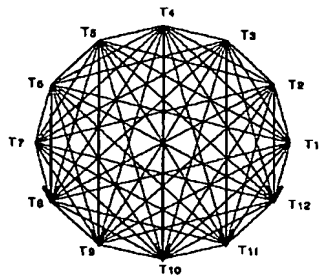
【図5】



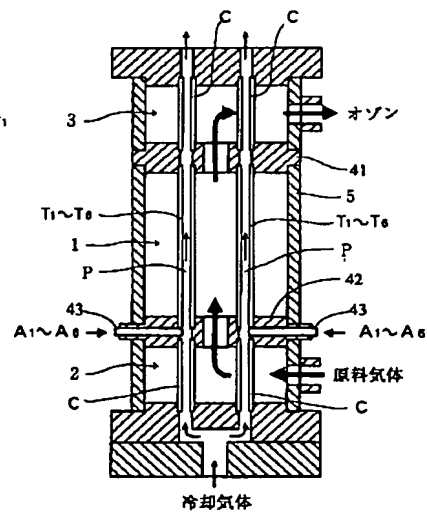
【図6】



【図8】



【図9】



【図 7】

